



②① Aktenzeichen: 197 13 785.7  
②② Anmeldetag: 3. 4. 97  
④③ Offenlegungstag: 8. 10. 98

⑦① Anmelder:  
Velhagen, Karl-Heinz, Prof. Dr., 12683 Berlin, DE;  
Regel, Wilfried, 12689 Berlin, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE	25 22 095 B1
DE	23 28 117 B2
DE	25 15 116 A1
DE-OS	21 13 711
US	55 31 698
US	52 67 980

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

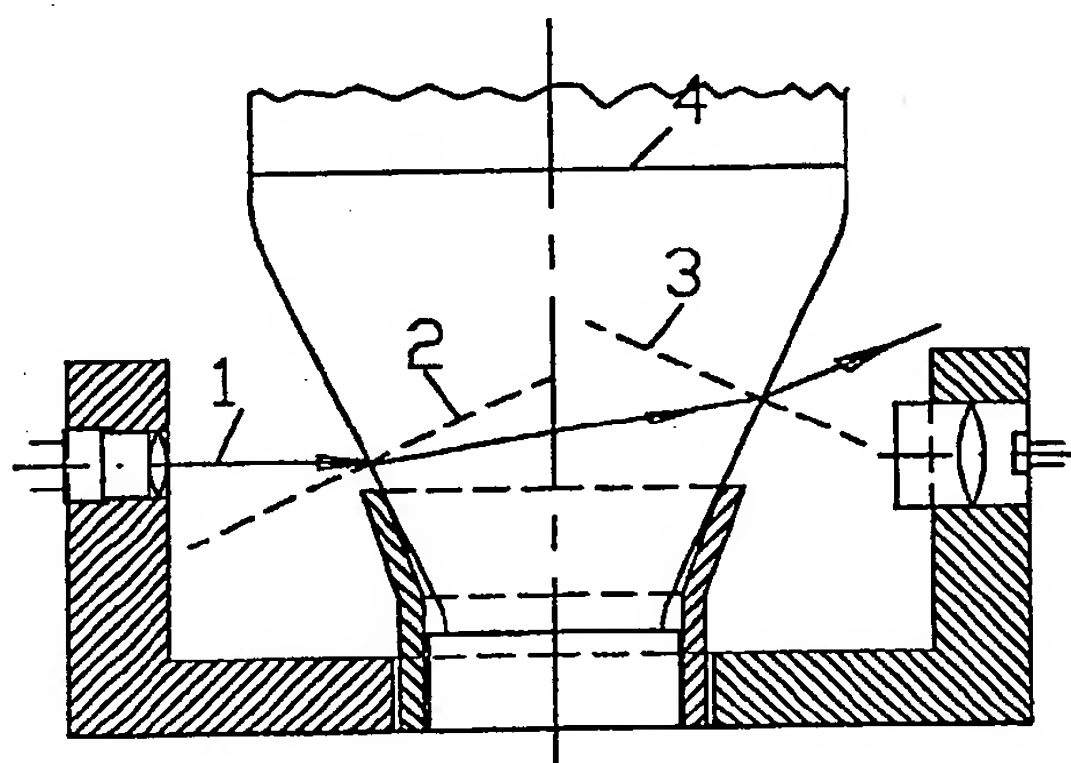
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Bestimmung eines vorgegebenen Flüssigkeitspegels

⑤⑦ Die bekannten Lösungsmöglichkeiten zur Bestimmung des Flüssigkeitspegels sind mit einem Eingriff in das Gefäß bzw. Flüssigkeit verbunden, bzw. die Handhabung ist zu kompliziert, zu störanfällig oder aber die Geräte sind zu schwer. Die Erfindung ermöglicht die einfache, berührungslose Ermittlung eines vorgegebenen Grenzwertes für den Flüssigkeitspegel.

Die Lösung des Problems erfolgt mittels einer Laserstrahlschranke. Zur Öffnung bzw. Schließung der Strahlschranke wird die Brechung des Laserstrahles an den Grenzflächen Glas-Flüssigkeit sowie die Totalreflexion an der Grenzfläche Flüssigkeit-Luft genutzt (Abb. 1a-1c). Im Strahlengang einer Laserstrahlschranke befindet sich das transparente Gefäß mit der Flüssigkeit (Abb. 1a). Der Laserstrahl (1) wird durch die Brechung am Einfallslot (2) und am Ausfallslot (3) der Flüssigkeit so beeinflusst, daß die Strahlschranke geöffnet ist. In einem eng begrenzten Pegelbereich wird bei richtiger Anordnung der Strahlschranke der Laserstrahl (1) totalreflektiert (Abb. 1b). Auch das läßt sich vorteilhaft zur Schließung nutzen. Eine weitere Möglichkeit der Schließung der Strahlschranke ergibt sich durch den direkten Laserstrahl (1), wenn der Flüssigkeitspegel (4) unter die Höhe des Einfallslotes (2) sinkt (Abb. 1c).

Das Verfahren eignet sich besonders vorteilhaft zur Ermittlung der Warngrenze für die Infusionslösung in Infusionsflaschen bzw. auch im Infusionsgerät.



## Beschreibung

Aus der Literatur sind zur Lösung des Problems eine Vielzahl von Möglichkeiten bekannt. Verwendet werden unter anderem die verschiedensten Schwimmer, Kontakte, Mikrowellenresonatoren, transparente Röhren mit einer möglichen optischen Abtastung, optische Reflexkoppler usw.

In der der Erfindung zugrunde liegenden Anwendung führten alle die genannten Lösungsmöglichkeiten zu keinem befriedigendem Ergebnis. Die Geräte sind entweder zu schwer, durch einen Eingriff in die Flüssigkeit nicht anwendbar, in der Handhabung durch das Personal zu kompliziert bzw. zu störanfällig oder lösen den Alarm zu spät aus.

Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, den Grenzwert des Pegels einer für den Laserstrahl transparenten Flüssigkeit in einem ebenfalls für den Laserstrahl transparenten Gefäß berührungslos zu ermitteln, um daraus ein Alarmsignal beim Erreichen bzw. Unterschreiten des Grenzwertes abzuleiten. Im Strahlengang einer Laserstrahlschranke befindet sich das Gefäß mit der Flüssigkeit. Der Laserstrahl wird durch die Brechung am Einfallslot und Ausfallslot der Flüssigkeit so beeinflusst, daß die Strahlschranke geöffnet oder geschlossen wird. In einem eng begrenzten Pegelbereich wird bei richtiger Anordnung der Strahlschranke der Laserstrahl totalreflektiert. Auch das läßt sich vorteilhaft zur Schließung oder Öffnung der Strahlschranke nutzen.

Eine vorteilhafte Ausführung des Patentanspruches 1, 2 u. 3 zur Überwachung des Flüssigkeitspegels in Infusionsflaschen zeigt die **Abb. 1**. Im Zentrum der Strahlschranke, gebildet durch die Laserdiode mit Kollimatorlinse **1** und der Fotodiode mit Sammellinse und Tubus **2**, befindet sich der Aufnahmetrichter **4** für die Infusionsflasche. Diese Art der Flaschenaufnahme garantiert den richtigen zentralen Sitz der Infusionsflasche zu den Bauelementen der Strahlschranke. Der Strahlschrankenträger **3** ist verbunden mit einem Bügel **5** zur Aufhängung der Vorrichtung.

Die Strahlschranke ist so ausgeprägt, daß die mechanische und optische Achse identisch ist. Das heißt, ohne die Infusionsflasche bzw. mit leerer Infusionsflasche ist die Strahlschranke geschlossen. Die Unterbrechung der Strahlschranke erfolgt durch die Ablenkung des Laserstrahls am Eingangslot der Flüssigkeit. Die Schließung der Strahlschranke ist zum einen über die Totalreflexion des Laserstrahles gegeben und zum anderen durch direkte optische Verbindung von Laserdiode und optischem Empfänger, wenn der Flüssigkeitspegel unterhalb des Eingangslotes ist.

Zur Funktionsbeschreibung dienen die **Abb. 2a, 2b, 2c**.

– Der Flüssigkeitspegel **4** ist über der Warngrenze **Abb. 2a**:

Der Laserstrahl **1** wird beim Eingang in die Infusionsflasche zum Einfallslot **2** hingebrochen, wodurch er aus der ursprünglichen Horizontalen um ca.  $8^{\circ}$ – $10^{\circ}$  nach oben abgelenkt wird. Beim Ausgang wird der Laserstrahl **1** vom Ausfallslot **2** weggebrochen. Seine Ablenkung beträgt nochmals ca.  $8^{\circ}$ – $10^{\circ}$  nach oben, so daß er den optischen Empfänger deutlich verfehlt und keinen Alarm auslösen kann.

– Der Flüssigkeitspegel **4** entspricht der Warngrenze **Abb. 2b**:

Der Laserstrahl **1** wird zunächst um ca.  $8^{\circ}$ – $10^{\circ}$  wie im vorhergehenden Fall abgelenkt, wodurch er in einem Winkel von mehr als  $80^{\circ}$  auf das Lot an der Grenzfläche Flüssigkeit – Luft **4** trifft, was bedeutet, es tritt eine Totalreflexion des Laserstrahls ein. Beim Austritt aus der Flasche wird der Laserstrahl **1** durch die Brechung am Ausfallslot **3** wieder in die ursprüngliche Horizon-

tale gelenkt. Er trifft damit auf den optischen Empfänger, und die nachfolgende Elektronik löst den Alarm aus.

– Der Flüssigkeitspegel **4** ist unterhalb der Warngrenze **Abb. 2c**:

Der Laserstrahl **1** geht direkt durch die Flasche, wird nicht abgelenkt und trifft auf den optischen Empfänger. Auch in diesem Fall wird der Alarm ausgelöst.

Die Vorteile der Erfindung bestehen in der einfachen Bedienung. Die Flaschenhalterung unterscheidet sich nur wenig von den bereits verwendeten. Der mechanische Aufbau des Gerätes ist in der Ausführung einfach und robust. Die Erfindung zeichnet sich weiterhin durch ihre hohe Störsicherheit aufgrund der zwei Möglichkeiten (totalreflektierter und direkter Laserstrahl) zur Auslösung des Alarms, wobei der direkte Laserstrahl absolut sicher ist, aus.

Eine weitere Ausprägung des Verfahrens gemäß Patentanspruch 1 u. 2 ist in der **Abb. 4a u. 4b** dargestellt und eignet sich für zylinderförmige Gefäße bzw. Röhren. Sowohl die Laserdiode **1** als auch der Fotoempfänger **2** sind in einem Winkel  $\geq 20^{\circ}$  und  $\leq 35^{\circ}$  zur Horizontalen angeordnet. Die mechanische und optische Achse der Strahlschranke fallen zusammen. Solange der Flüssigkeitspegel **4** sich oberhalb des Ausfallslotes **6** befindet, ist die Strahlschranke unterbrochen (**Abb. 4a**). Sinkt der Flüssigkeitspegel **4** unterhalb des Ausfallslotes **6**, wird der Laserstrahl **3** totalreflektiert (ähnlich **Abb. 3b**). Sinkt der Flüssigkeitspegel **4** weiter bis unterhalb des Einfallslotes **5**, wird die direkte optische Verbindung zwischen Laserdiode **1** und optischem Empfänger **2** freigegeben, und die Strahlschranke somit geschlossen. Das entstehende Signal kann zur Alarmauslösung genutzt werden.

Die **Abb. 3a und 3b** zeigen ein Beispiel für den Patentanspruch 1 und 5. Es ist geeignet für zylinderförmige Gefäße bzw. Röhren. Die Strahlschranke ist sowohl bei vollem wie auch bei leerem Gefäß unterbrochen (**Abb. 3a**). Sie kann nur über den total reflektierten Laserstrahl **3** geschlossen werden, wenn der Flüssigkeitsspiegel **4** soweit abgesunken ist (**Abb. 3b**).

Ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 u. 5 zeigt die **Abb. 5a u. 5b**. Es ist ebenfalls für zylinderförmige Gefäße bzw. Röhren geeignet. Die Bauelemente der Strahlschranke sind in einem Winkel von  $20^{\circ}$  bis max.  $35^{\circ}$  aus der Horizontalen gedreht. Liegt der Flüssigkeitspegel **4** oberhalb des Ausfallslotes **6**, ist die Strahlschranke durch den am Einfallslot **5** der Flüssigkeit abgelenkten Laserstrahl **3** geschlossen (**Abb. 5a**). Sinkt der Flüssigkeitspegel **4** unter das Niveau des Ausfallslotes **6**, wird der Laserstrahl **3** totalreflektiert (ähnlich **Abb. 3b**) und unterbricht die Strahlschranke. Sinkt der Flüssigkeitspegel **4** weiter bis unterhalb des Eingangslotes **5**, so wird die Ablenkung des Laserstrahles **3** vollkommen aufgehoben, was ebenfalls der Unterbrechung der Strahlschranke (**Abb. 5b**) entspricht.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines vorgegebenen Flüssigkeitspegels mittels einer Laserstrahlschranke in deren Strahlengang sich das Gefäß mit der für den Laserstrahl transparenten Flüssigkeit befindet, **dadurch gekennzeichnet**,

- daß der Laserstrahl am Einfallslot und Ausfallslot des Gefäßes mit der Flüssigkeit gebrochen wird,
- daß der Laserstrahl beim Erreichen eines bestimmten Bereiches des Flüssigkeitspegels an der Grenzschicht Flüssigkeit-Luft totalreflektiert

wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß die optische und mechanische Achse der ungestörten Strahlschranke zusammenfallen, 5
- daß die Strahlschranke erst durch die Ablenkung des Laserstrahles am Einfallslot zur Flüssigkeit unterbrochen wird,
- daß die Unterbrechung der Strahlschranke durch das Absinken der Flüssigkeit unter die 10 Höhe des Einfallslotes zur Flüssigkeit geschlossen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Strahlschranke auch über den an der 15 Grenzfläche Flüssigkeit-Luft totalreflektierten Laserstrahl geschlossen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Strahlschranke erst durch die Ablenkung des Laserstrahles am Einfallslot zur Flüssigkeit geschlossen wird, 20

daß die Strahlschranke durch das Absinken der Flüssigkeit unter die Höhe des Ausfallslotes zur Flüssigkeit unterbrochen wird. 25

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Schließung der Strahlschranke über den an der Grenzfläche Flüssigkeit-Luft totalreflektierten Laserstrahl erfolgt. 30

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

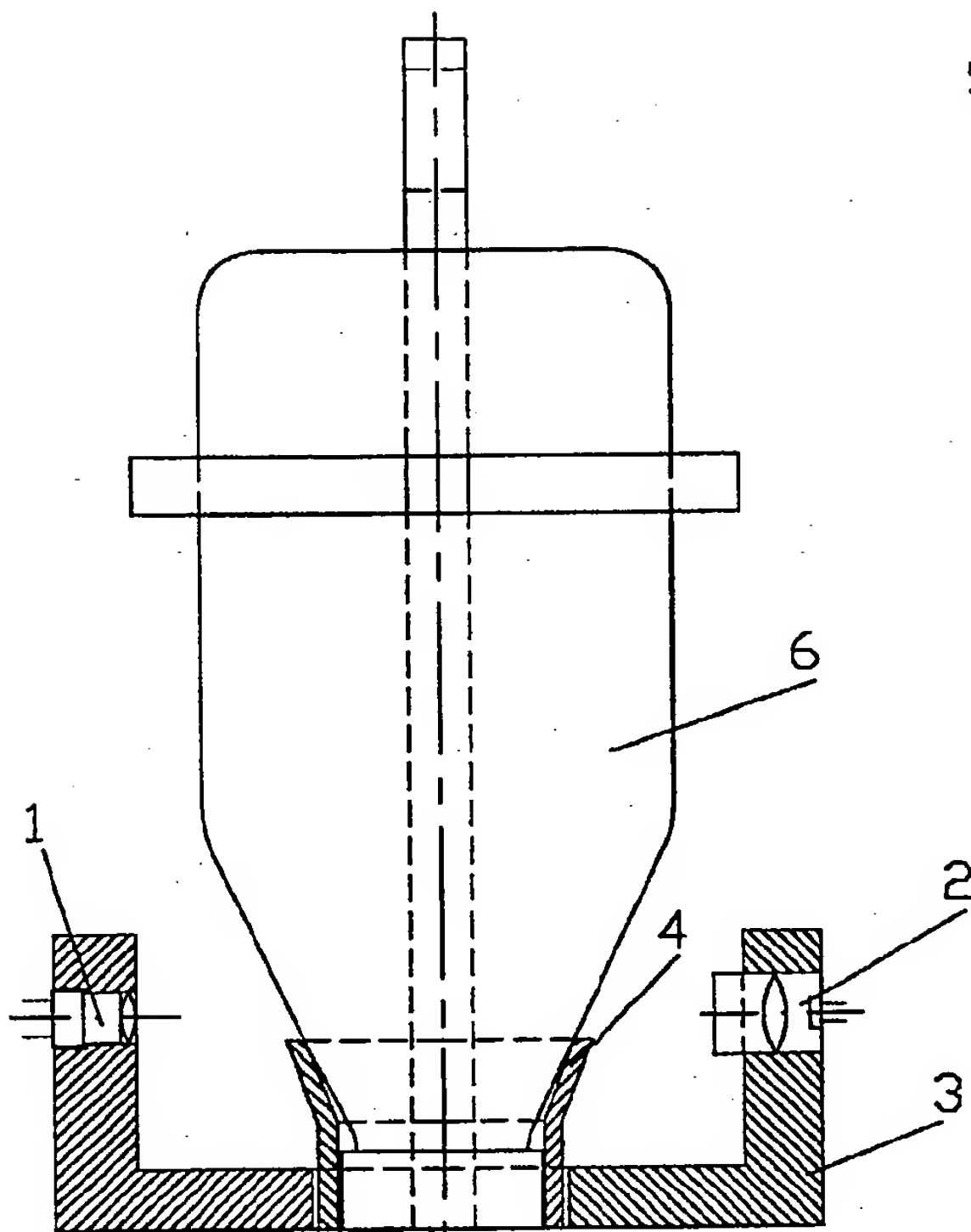


Abb. 1

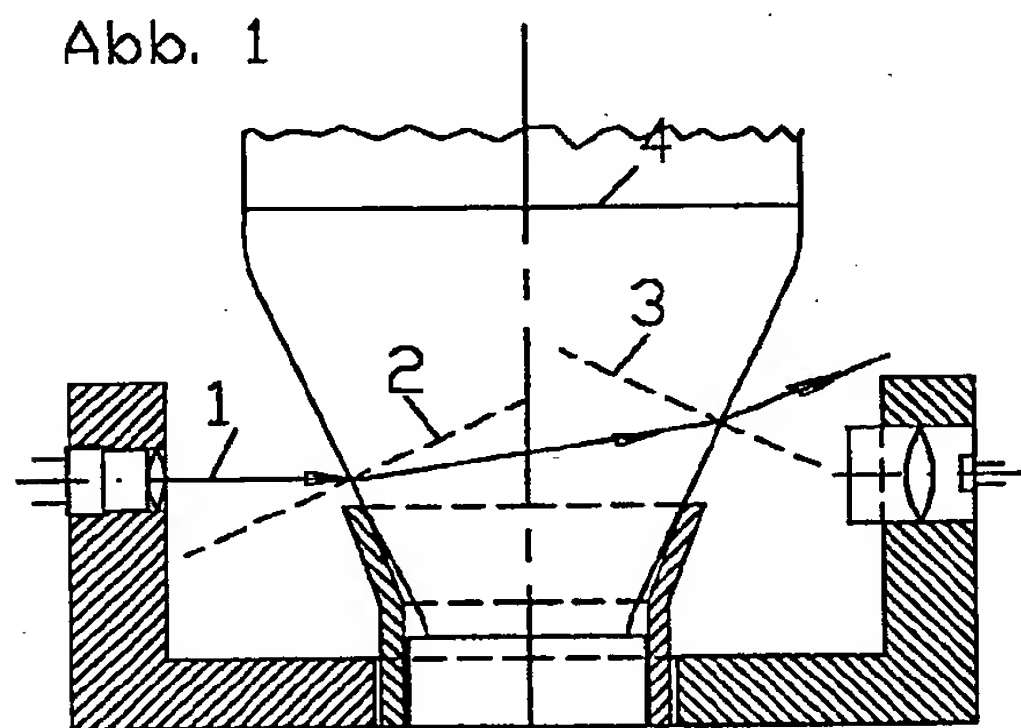
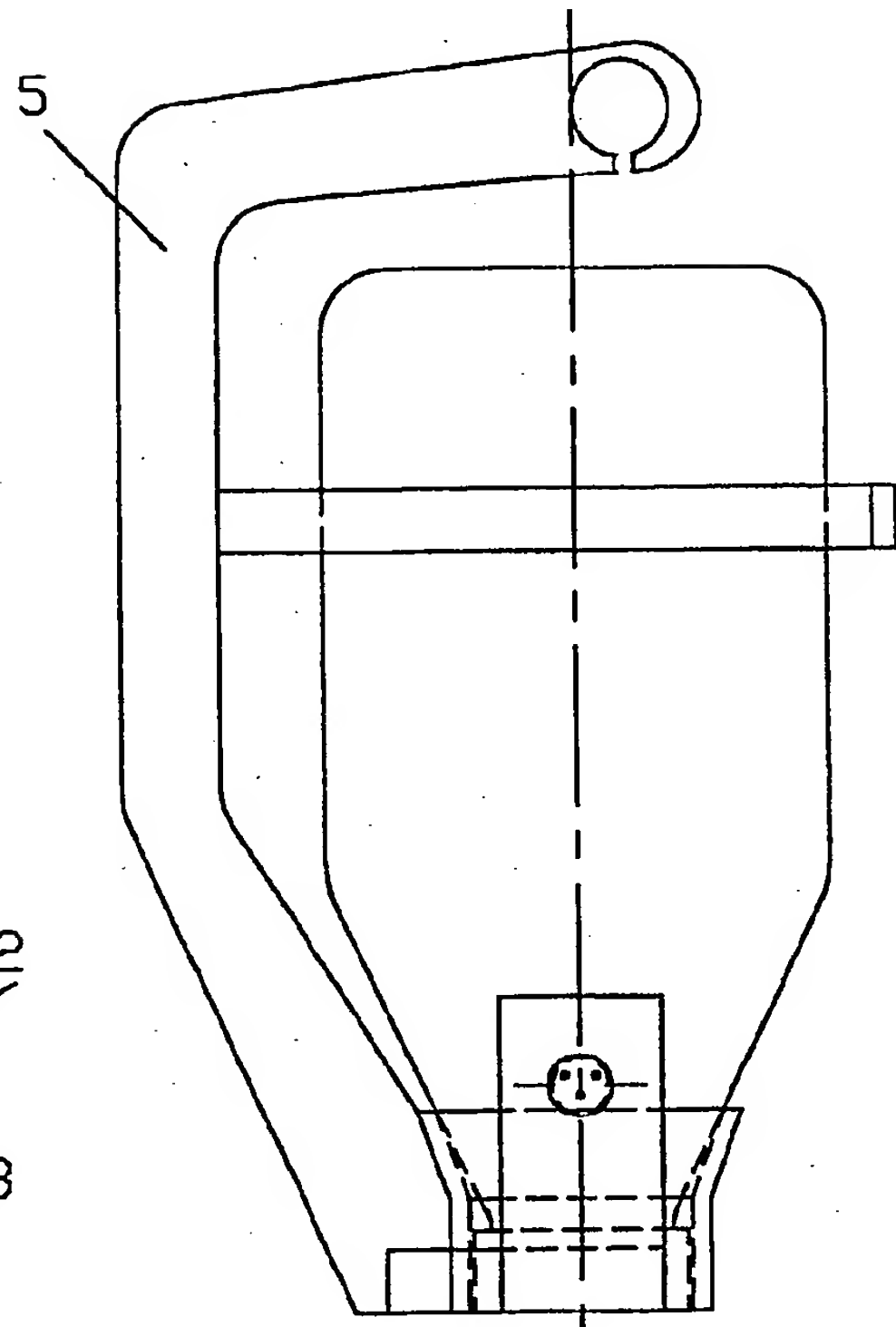


Abb. 2a

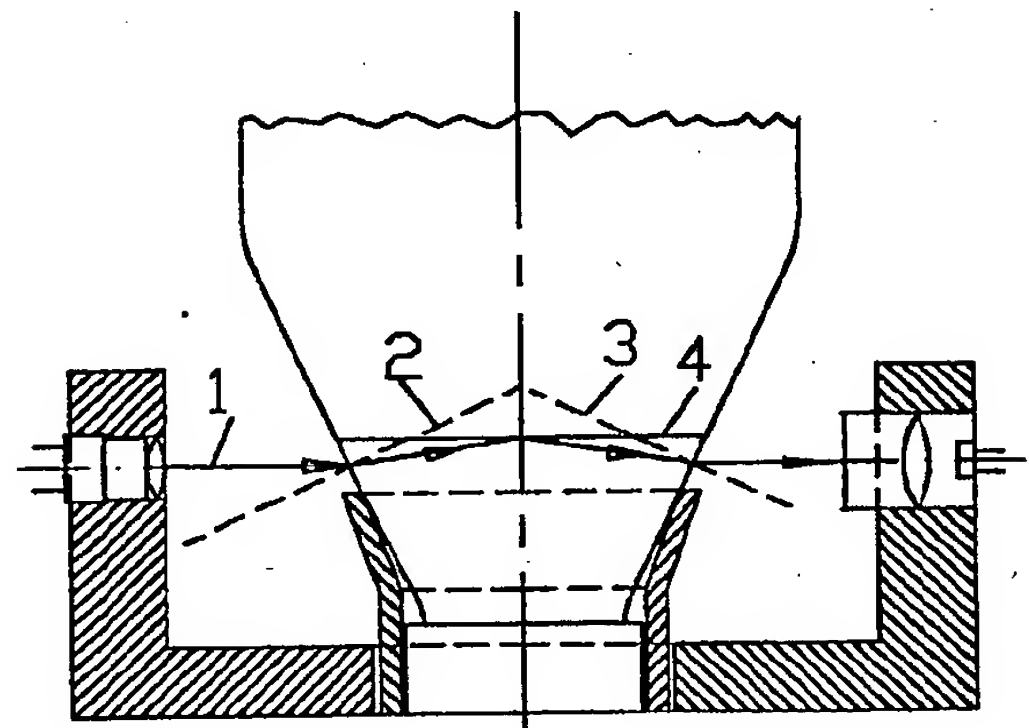


Abb. 2b

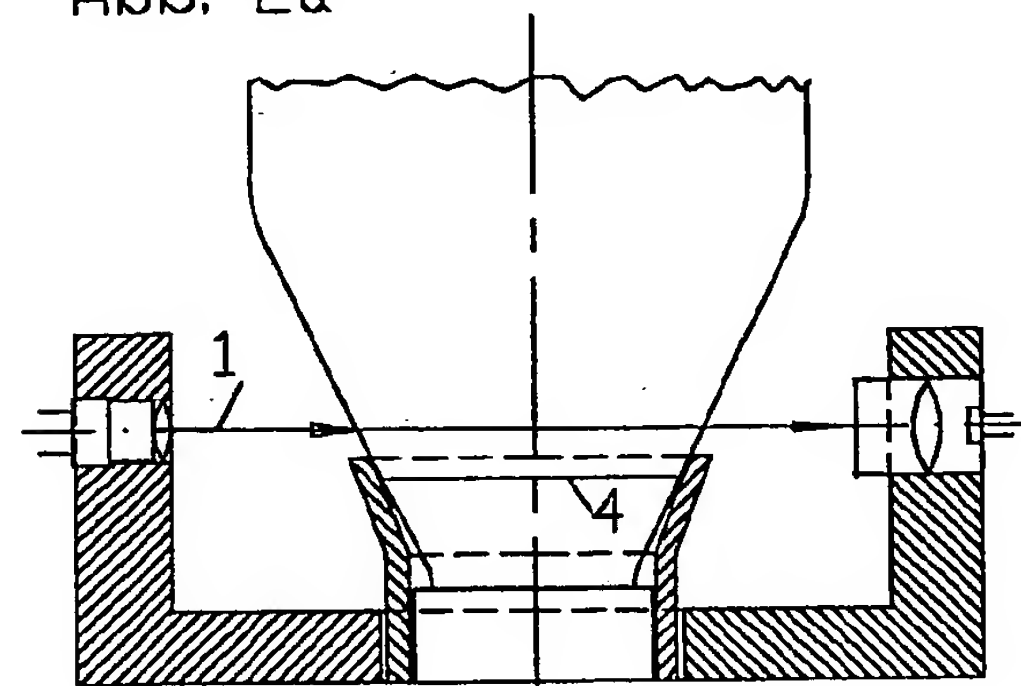


Abb. 2c

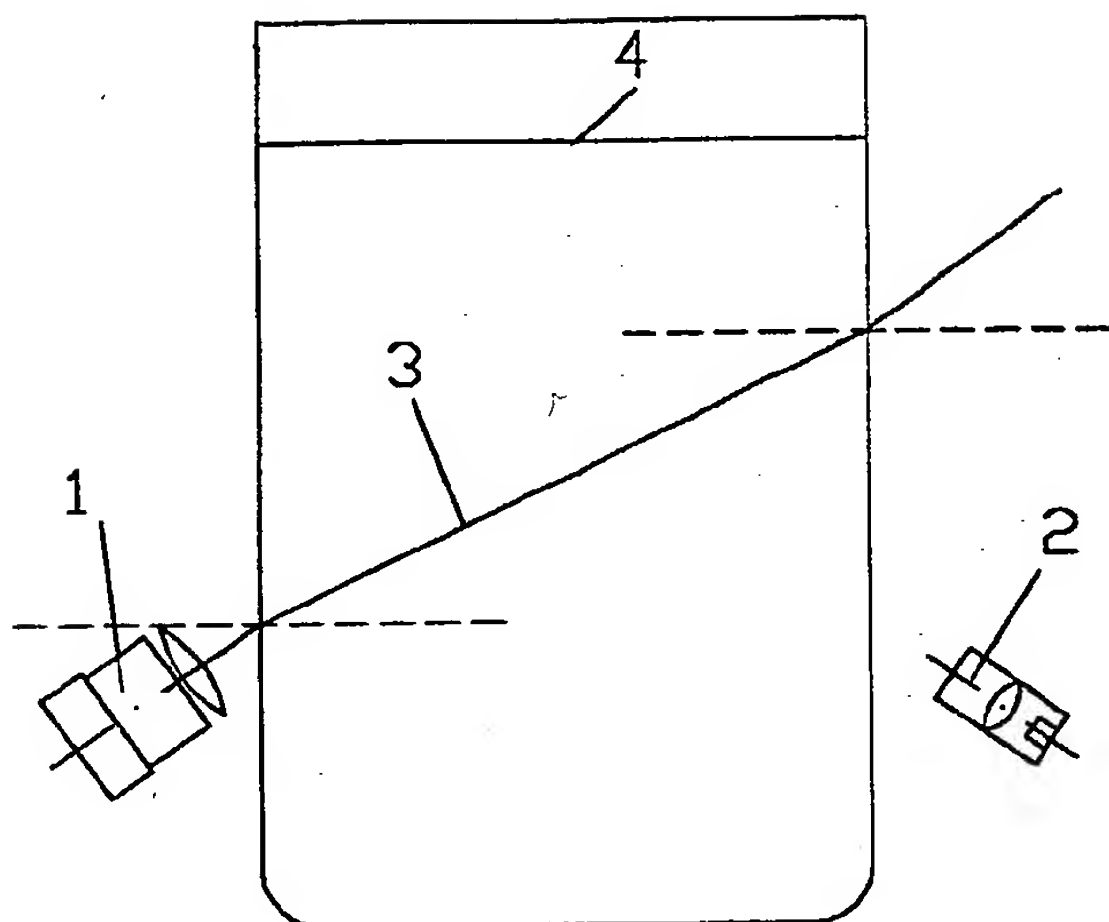


Abb. 3a

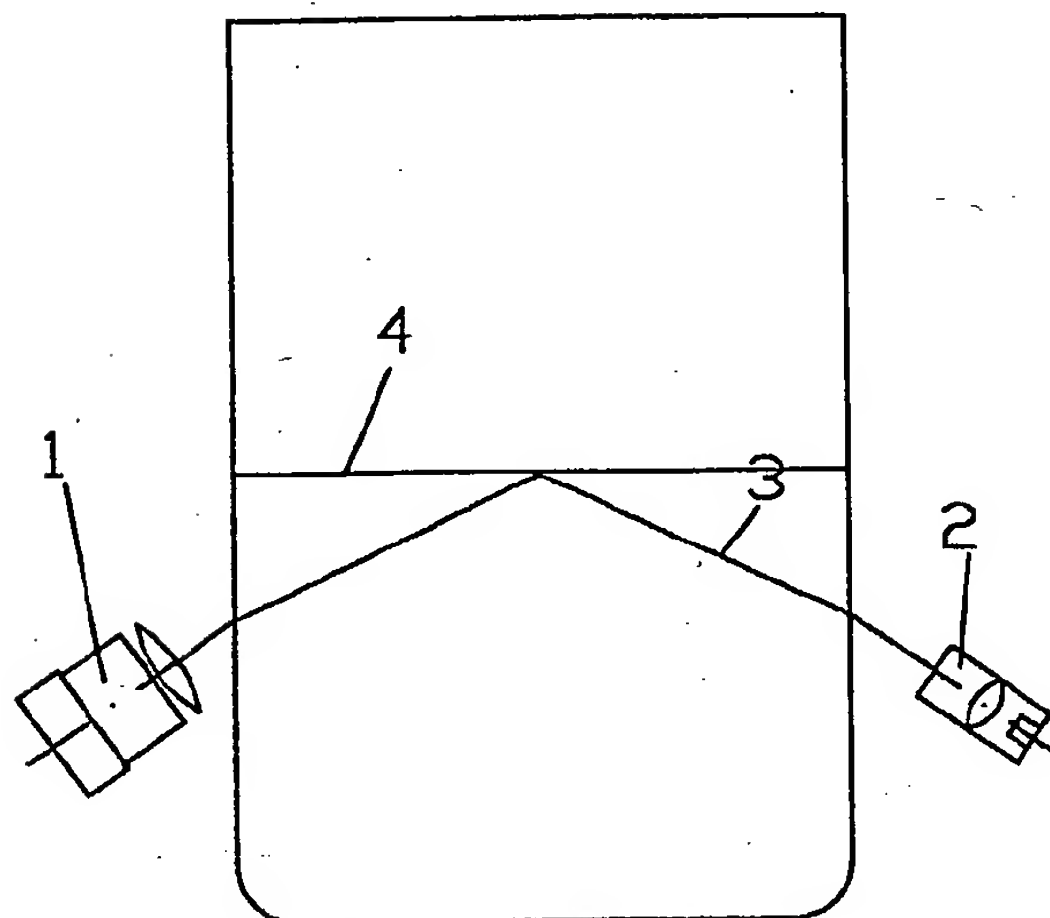


Abb. 3b

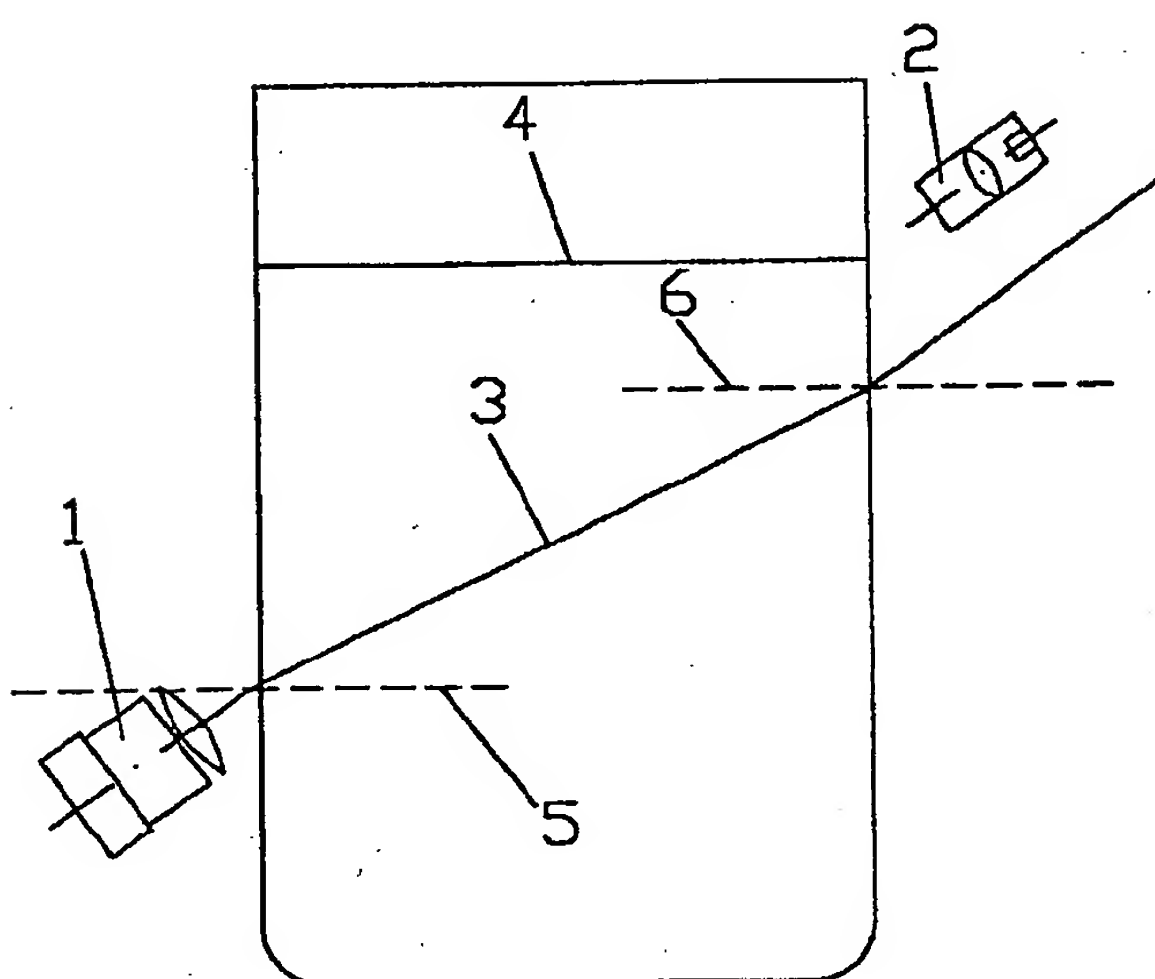


Abb. 4a

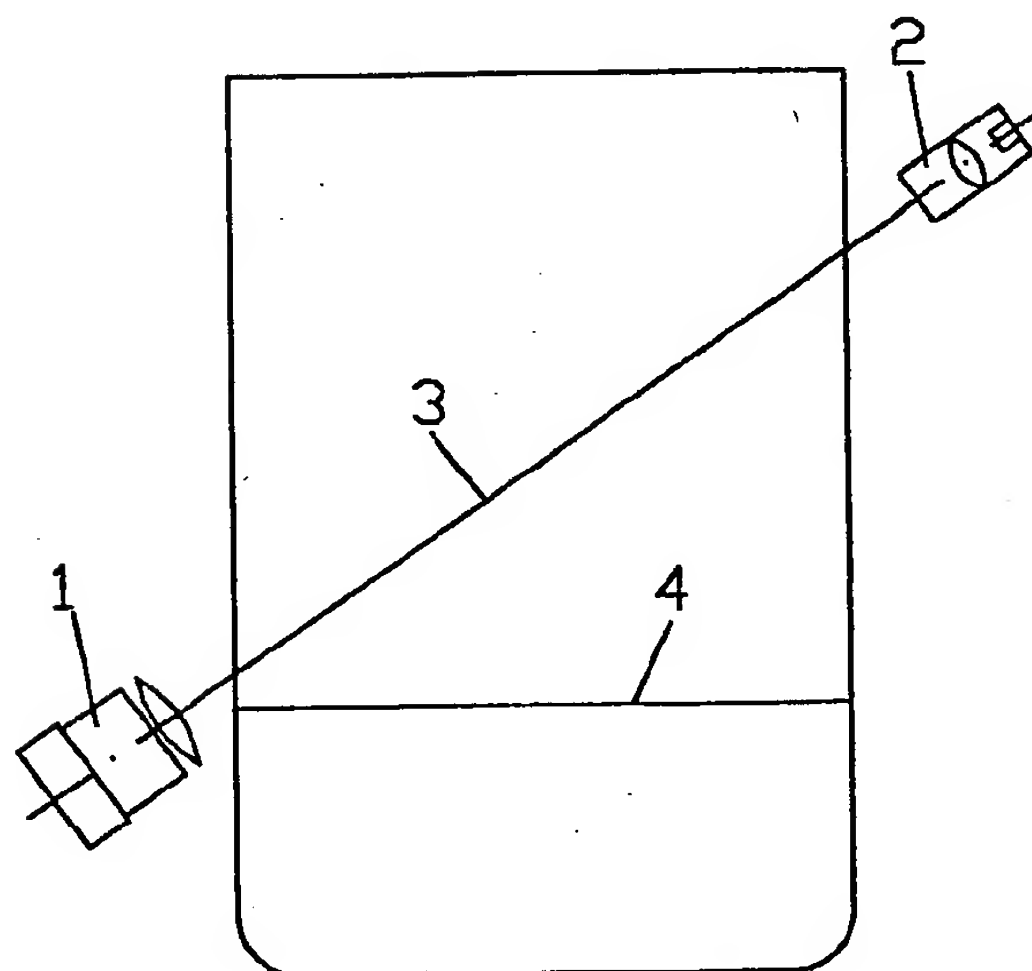


Abb. 4b

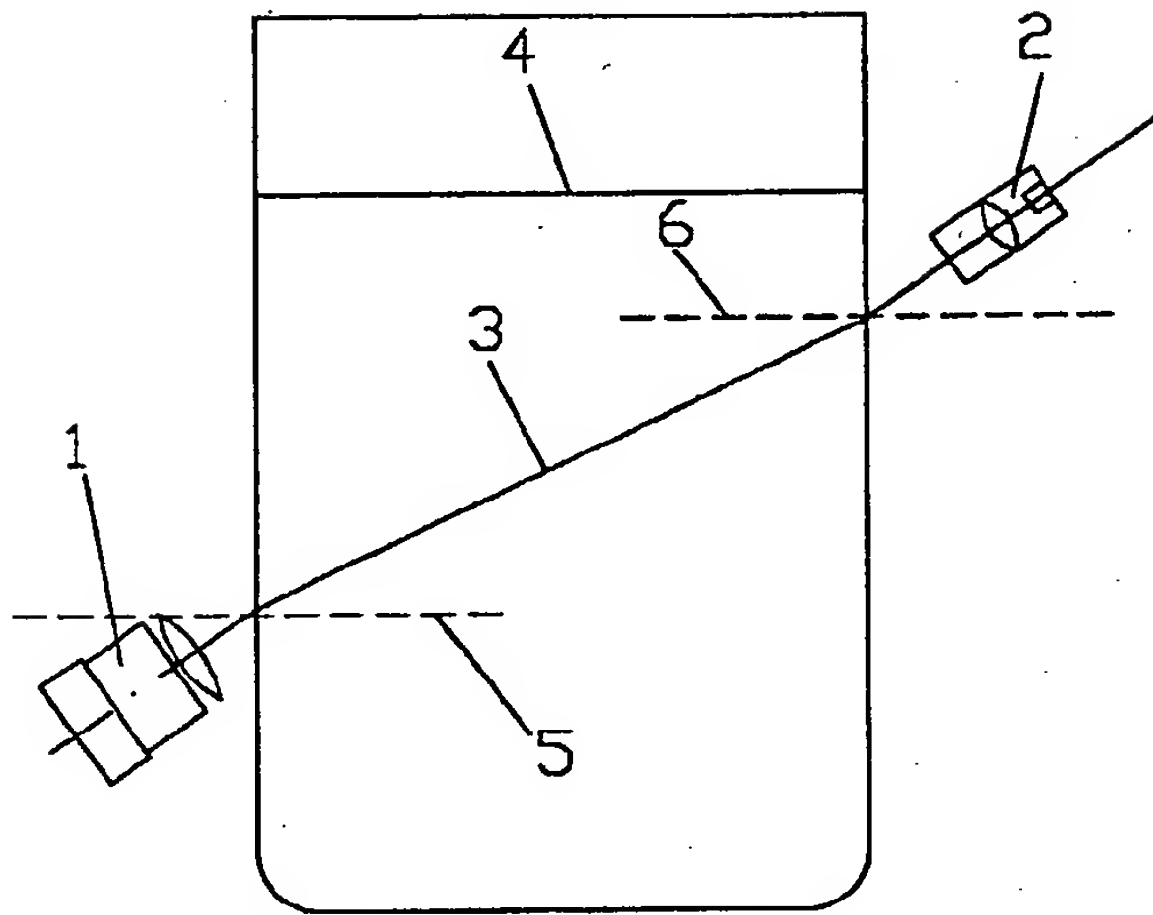


Abb. 5a

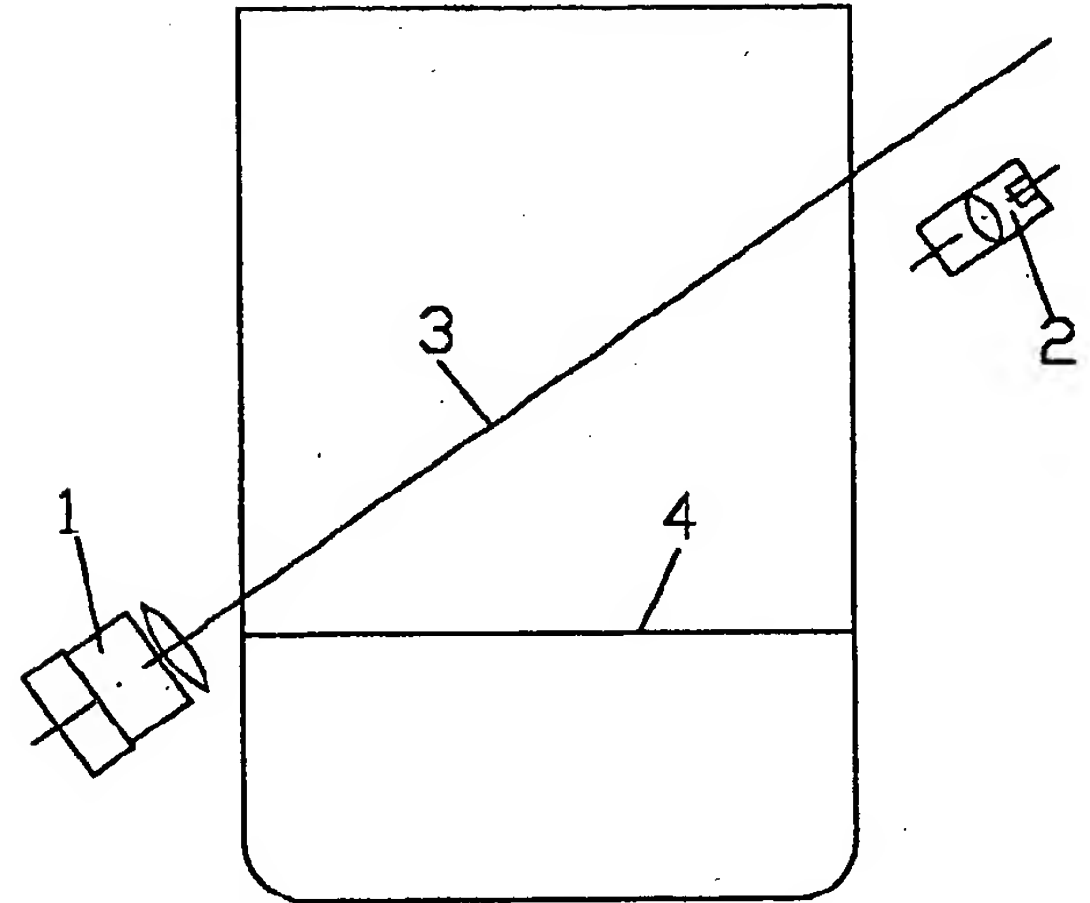


Abb. 5b